

Tabela 2. Coeficientes de cultura (Kc) do arroz, cultivar Maravilha, semeado no espaçamento de 0,20 m entrelinhas, em solo preparado convencionalmente.

Dias após a emergência	Estádio de desenvolvimento	Coefficiente de cultura
0-47	Emergência ao	0,58
48-59	máximo perfilhamento	0,85
60-69	Máximo perfilhamento à diferenciação da panícula	1,10
70-84	Diferenciação da panícula à diferenciação de espiguetas	1,53
85-92	Emborrachamento	1,96
93-99	Floração, emissão das panículas	1,83
100-109	Grão leitoso	1,04
110-135	Grão pastoso à maturação completa	0,67

Tabela 3. Coeficientes de cultura (Kc) do arroz, cultivar Carisma, semeado no espaçamento de 0,20 m entrelinhas, em plantio direto.

Dias após a emergência	Estádio de desenvolvimento	Coefficiente de cultura
0-45	Emergência ao máximo perfilhamento	0,44
46-62	Máximo perfilhamento à diferenciação da panícula	0,78
63-73	Diferenciação da panícula à diferenciação de espiguetas	1,00
74-84	Emborrachamento	1,25
85-95	Floração, emissão das panículas	1,22
96-105	Grão leitoso	0,88
106-120	Grão pastoso à maturação completa	0,57

Outra maneira de se calcular a quantidade de água a ser aplicada no solo plantado com arroz é utilizando-se tensiômetro e a curva de retenção de água do solo. Os tensiômetros são aparelhos que medem a tensão matricial da água do solo. A curva de retenção relaciona o teor ou o conteúdo de água do solo com a força com que ela está retida por ele. É uma propriedade físico-hídrica do solo, determinada em laboratório.

Os tensiômetros devem ser instalados no solo em duas profundidades, 0,15 m e 0,30 m, em pelo menos três locais da área plantada, quando se trata de irrigação por pivô central. Estes pontos devem corresponder a 4/10, 7/10 e 9/10 do raio do pivô, em linha reta a partir do centro. O tensiômetro de 0,15 m é chamado “de decisão”, porque indica o momento da irrigação, enquanto o de 0,30 m é chamado “de controle”, porque indica se a irrigação está sendo bem-feita, sem excesso ou falta de água. A irrigação deve ser efetuada quando a média das leituras dos tensiômetros de decisão estiver em torno de 25 kPa.

O procedimento para determinação da quantidade de água a ser aplicada é o seguinte: de posse da curva de retenção de umidade, verifica-se a quanto 25 kPa corresponde em conteúdo de água no solo, dado em m³ de água/m³ de solo. Em seguida, calcula-se a diferença entre o conteúdo de umidade a 10 kPa (capacidade de campo) e a 25 kPa. Esta diferença, multiplicada pela profundidade de 0,30 m, indicará a lâmina líquida de irrigação. Isto se deve ao fato de que a camada de solo de 0-0,30 m de profundidade engloba a quase totalidade das raízes do arroz irrigado por aspersão e de que a leitura do tensiômetro de decisão representa a tensão média da água do solo nesta camada.

Referências Bibliográficas

ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; SÁ, M. E. de; CRUSCIOL, C. A. C. Influência da época de semeadura no comportamento de cultivares de arroz irrigado por aspersão em Selvíria, MS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 10, p. 1967-1976, out. 2000.

ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; SÁ, M. E. de; CRUSCIOL, C. A. C. Resposta de cultivares de arroz de sequeiro ao preparo do solo e à irrigação por aspersão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 6, p. 871-879, jun. 2001.

ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; SÁ, M. E. de; CRUSCIOL, C. A. C.; PEREIRA, J. C. dos R. Preparo do solo, irrigação por aspersão e rendimento de engenho do arroz de terras altas. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 2, p. 321-326, abr./jun. 2002a.

ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; CRUSCIOL, C. A. C.; SÁ, M. E.; BUZZETTI, S. Manejo do solo e adubação nitrogenada em cobertura no comportamento de cultivares de arroz de terras altas irrigados por aspersão. I. Características agrônomicas. In: CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ, 1.; REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 7., 2002, Florianópolis. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002b. p. 376-379. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 134).

CRUSCIOL, C. A. C.; MACHADO, J. R.; ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F. Produtividade do arroz irrigado por aspersão em função do espaçamento e da densidade de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 6, p. 1093-1100, jun. 2000.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos**. Roma: FAO, 1979. 212 p. (Estudio FAO. Riego & Drenaje, 33).

LOBATO, E. J. V.; SILVA, S. C. da. **Parâmetros meteorológicos, fenologia e produtividade do arroz de sequeiro sob condições de cerrado**. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1995. 11 p. (Embrapa-CNPAP. Comunicado Técnico, 30).

SANT’ANA, E. P. Cultivo do arroz irrigado por aspersão. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 14, n. 161, p. 71-75, 1989.

SANTOS, A. B. dos; SILVA, O. F. da; FERREIRA, E. Avaliação de práticas culturais em um sistema agrícola irrigado por aspersão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 32, n. 3, p. 317-327, mar. 1997.

SOUZA, A. F. de; AZEVEDO, S. M. de. Influência do espaçamento e densidade de semeadura na cultura do arroz sob irrigação por aspersão (pivo central). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, n. 12, p. 1969-1972, dez. 1994.

STONE, L. F.; PEREIRA, A. L. Sucessão arroz-feijão irrigados por aspersão: efeitos de espaçamento entre linhas, adubação e cultivar na produtividade e nutrição do arroz. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, n. 11, p. 1701-1713, nov. 1994. STONE, L. F.; SILVA, S. C. da. **Uso do tanque Classe A no controle da irrigação do arroz de terras altas**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 2 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Pesquisa em Foco, 28).

STONE, L. F.; SILVA, S. C. da. **Uso do tanque Classe A no controle da irrigação do arroz de terras altas cultivado sob plantio direto**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2004. 4 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 63).

STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A.; SILVA, S. C. da. **Tensão da água do solo e produtividade do arroz**. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1986. 6 p. (Embrapa-CNPAP. Comunicado Técnico, 19).

STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. da; MOREIRA, J. A. A.; YOKOYAMA, L. P. Adubação nitrogenada em arroz sob irrigação suplementar por aspersão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 6, p. 927-932, jun. 1999.

Circular Técnica, 64 Exemplos desta edição podem ser adquiridos na: **Embrapa Arroz e Feijão** Rodovia Goiânia a Nova Veneza km 12 Zona Rural Caixa Postal 179 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO Fone: (62) 533 2123 Fax: (62) 533 2100 E-mail: sac@cnpaf.embrapa.br

Embrapa Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

1ª edição
1ª impressão (2004): 1.000 exemplares

Comitê de publicações **Presidente:** Carlos Agustin Rava **Secretário-Executivo:** Luiz Roberto R. da Silva **Membro:** Alberto Baêta dos Santos José Aloisio Alves Moreira

Expediente **Supervisor editorial:** Marina A. Souza de Oliveira **Revisão de texto:** Marina A. Souza de Oliveira **Revisão bibliográfica:** Ana Lúcia D. de Faria **Editoração eletrônica:** Fabiano Severino



Santo Antônio de Goiás, GO
Dezembro, 2003

Autores

Luís Fernando Stone
Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fertilidade de Solos e Nutrição de Plantas, Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO.

Pedro Marques da Silveira
Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fertilidade de Solos e Nutrição de Plantas, Embrapa Arroz e Feijão.

Embrapa

Arroz Irrigado por Aspersão

Introdução

Embora apresente alta suscetibilidade ao estresse hídrico, grande parte do arroz no Brasil é cultivado no ecossistema de terras altas, sem irrigação. A cultura do arroz de terras altas ocupou, em 2003, uma área de 1.851.084 ha, correspondendo a aproximadamente 59% da área total cultivada. Entretanto, respondeu por apenas 34% da produção total de 10.208.380 t, devido à produtividade média alcançada nesse sistema, 1.921 kg/ha, ser cerca de 37% da obtida em condições de irrigação por inundação, 5.192 kg/ha.

Isto ocorre porque grande parte das lavouras de arroz de terras altas está localizada na região dos Cerrados, onde predominam latossolos (Oxisolos) com baixa capacidade de água disponível. Durante a estação chuvosa, outubro a abril, quando é feito o cultivo do arroz, a distribuição das chuvas é irregular, sendo comum a ocorrência de estiagens de duas a três semanas. A alta demanda evapotranspirativa, aliada à característica dos solos, faz com que estas estiagens causem consideráveis decréscimos na produtividade do arroz, provocando oscilações na produção nacional. Estes problemas, entretanto, podem ser minimizados com o uso da irrigação suplementar por aspersão.

A maior vantagem da irrigação por aspersão na cultura do arroz de terras altas está na sua contribuição para a estabilidade da produção, pela redução do estresse hídrico. Adicionalmente, a irrigação propicia maiores produtividades e melhor qualidade do produto. Os frequentes períodos de estresse hídrico a que a planta de arroz em condições de sequeiro é submetida durante o ciclo provocam qualidade de grão inferior em comparação com o arroz irrigado. A porcentagem de espiguetas vazias e de grãos gessados aumenta consideravelmente quando a deficiência hídrica ocorre durante as fases de emissão da panícula e enchimento dos grãos. Com o uso de irrigação por aspersão, a planta de arroz não fica sujeita a estresses hídricos e, como resultado, o processo de enchimento dos grãos não sofre descontinuidade. Conseqüentemente, o número de grãos por panícula e a massa dos grãos são maiores e o número de espiguetas vazias é menor. A formação inadequada dos grãos e a presença de grãos gessados propiciam a ocorrência de maior porcentagem de grãos quebrados. Além do aumento na produtividade e na qualidade do arroz, é possível utilizar o equipamento de irrigação para outras culturas, como feijoeiro e trigo, por exemplo, na safra de outono-inverno, promovendo, assim, maior uso do equipamento, e propiciando maior rentabilidade ao agricultor.

Época de Semeadura

A semeadura do arroz de terras altas ocorre, dependendo da região, no período de outubro a dezembro. Este período foi determinado em função da probabilidade de ocorrer distribuição adequada de chuvas durante as fases mais críticas do ciclo da cultura. Com a utilização da irrigação por aspersão, questiona-se se esse período não poderia ser modificado. Entretanto, além da precipitação pluvial, que pode ser suplementada ou substituída pela irrigação por aspersão, outros elementos

climáticos não-controláveis, como temperatura e fotoperíodo, limitam o sucesso do cultivo do arroz em determinadas épocas do ano.

Na região dos Cerrados, o cultivo durante o período de menor índice pluvial, maio a setembro, teria como vantagem a colheita na entressafra, quando o preço do arroz é mais elevado. Contudo, vai demandar a utilização intensiva do equipamento de irrigação, em virtude do arroz ser uma das espécies mais exigentes em água. Assim, o elevado custo da irrigação poderá inviabilizar o cultivo do arroz nesse período. Ademais, em regiões com temperaturas mais baixas e em latitudes mais elevadas, o problema do frio e a sensibilidade ao fotoperíodo são fatores limitantes ao cultivo. Em Santo Antônio de Goiás, GO, verificou-se que a semeadura no final de abril aumentou o ciclo do arroz em 30 dias e reduziu a produtividade em cerca de 70%, devido a alta freqüência de temperaturas mínimas do ar, inferiores a 15° C.

A antecipação da época usual de semeadura, isto é, para julho a setembro, teria como vantagens, além do melhor preço de mercado, a redução dos custos de irrigação em relação à semeadura no início da estação seca, embora ainda se mantenham elevados em relação à época usual de semeadura. A possibilidade de ocorrência de chuvas durante a colheita é um fator problemático do cultivo nesse período. Adicionalmente, o alongamento do ciclo devido à sensibilidade a baixas temperaturas, associadas ao fotoperíodo, pode se tornar um sério problema. A semeadura em janeiro e fevereiro apresenta as dificuldades de preparo do solo e plantio em pleno período chuvoso. Outro problema sério seria a ocorrência de baixas temperaturas durante a floração, o que causaria altos índices de esterilidade de espiguetas. Além disso, em Santo Antônio de Goiás, na semeadura realizada em janeiro ocorreu encurtamento de 20 dias no ciclo pela influência do fotoperíodo, provocando redução de cerca de 50% na produtividade.

Concluindo, pode-se dizer que a melhor época de semeadura do arroz irrigado por aspersão é a época usual de semeadura do arroz de terras altas, podendo ser estendida, na Região Centro-Oeste, até a primeira quinzena de janeiro. Nesse período, o risco de perda da lavoura por problemas climáticos seria extremamente reduzido, e os

custos de irrigação seriam mínimos. Na metade Sul do Estado do Rio Grande do Sul, embora a maior produtividade tenha sido obtida na semeadura de 19 de outubro, o arroz irrigado por aspersão pode ser semeado de 18 de setembro a 5 de novembro, sem que ocorram reduções significativas na produtividade.

Cultivares

Os estudos sobre irrigação do arroz por aspersão no Brasil iniciaram na década de 70, entretanto esta tecnologia esbarrava, principalmente, na inexistência de cultivares adaptadas a essa condição de cultivo. As cultivares desenvolvidas para o sistema de irrigação por inundação não se adaptavam às condições físicas e químicas dos solos bem drenados e mostravam alta suscetibilidade às doenças. As cultivares tradicionais de terras altas apresentavam problemas em condições de alta adubação e espaçamento reduzido, que eram preconizados para o sistema de irrigação suplementar por aspersão, como conseqüência da eliminação do risco de deficiência hídrica. Elas apresentavam grande desenvolvimento vegetativo, com folhagem luxuriante e porte alto, o que favorecia o acamamento. Além disso, quando semeadas em alta densidade, tornavam-se mais sensíveis às doenças, especialmente à brusone. Para solucionar este impasse, a Embrapa Arroz e Feijão iniciou, na década de 80, um programa de melhoramento em que eram avaliadas cultivares com tipo de planta contrastante, na presença e na ausência de deficiência hídrica. Este programa de melhoramento tem por objetivo básico criar cultivares para as condições de terras altas favorecidas quanto à distribuição de chuvas ou sob irrigação suplementar por aspersão. As características desejáveis da planta para essas condições são alta capacidade produtiva, resistência ao acamamento, ciclo curto a médio, resistência à brusone e à mancha parda, certo grau de tolerância à seca, certo grau de dormência e grãos longos, finos e translúcidos. Em 1996 foi lançada a primeira cultivar, a Maravilha, adaptada a essas condições, chamada de sequeiro favorecido. De maneira geral, desde que não acamem em condições de alta tecnologia, todas as cultivares de arroz de terras altas são aptas ao cultivo sob irrigação, inclusive as lançadas mais recentemente, BRS Talento e BRS Soberana.

Preparo do Solo

O preparo do solo para a implantação da cultura do arroz é muito importante. Se realizado de maneira adequada, pode resultar em maior capacidade de armazenamento de água no solo e, assim, possibilitar economia da água de irrigação. Em sistemas agrícolas irrigados, entretanto, devido ao uso mais intensivo da área e a preparos realizados sempre na mesma profundidade, pode ocorrer a presença de camada subsuperficial compactada, causando menor desenvolvimento do sistema radicular e menor armazenamento de água. Apesar dessa situação ser mais grave em condições de deficiência hídrica, o rompimento dessa camada também é importante para o arroz cultivado sob irrigação por aspersão. O plantio direto também pode ser utilizado. Entretanto, como o sistema radicular do arroz é muito sensível à compactação do solo e, neste sistema de semeadura, a densidade do solo nas camadas superficiais normalmente alcança valores mais altos que no preparo convencional, deve-se ter o cuidado de evitar áreas com alta resistência do solo à penetração, as quais condicionam um menor desenvolvimento do sistema radicular do arroz, o que resulta na exploração de menor volume de solo e necessidade de irrigações mais freqüentes.

Espaçamento e Densidade de Semeadura

De modo geral, as recomendações de espaçamento e densidade de semeadura para a cultura do arroz de terras altas são de 60 a 80 sementes viáveis por metro, distribuídas em espaçamentos que variam de 0,30 a 0,50 m entrelinhas. Contudo, como as cultivares de sequeiro favorecido apresentam folhas menores e mais eretas, pode-se reduzir o espaçamento entrelinhas, com o conseqüente aumento do índice de área foliar e concomitante acréscimo na produtividade. Sob condições de irrigação por aspersão, têm-se obtido maiores produtividades com espaçamentos em torno de 0,20 a 0,30 m entrelinhas, com cerca de 60 sementes por metro.

Adubação

Com a eliminação do risco de estresse hídrico e a perspectiva de se obter maiores produtividades, é possível utilizar doses mais

elevadas de adubo. No cultivo tradicional, geralmente é recomendada, para solos de Cerrado, a adubação no sulco à base de 10 kg/ha de N, 60 kg/ha de P₂O₅ e 30 kg/ha de K₂O. Em condições de irrigação suplementar por aspersão, é recomendado incremento de 50% na adubação fosfatada e 30% na potássica. Com relação ao nitrogênio em cobertura, a recomendação para as cultivares tradicionais varia de 30 a 40 kg/ha de N. Entretanto, o uso de cultivares de sequeiro favorecido, no espaçamento entrelinhas mais reduzido, ocasiona maior absorção de nutrientes, dada a maior população de plantas e produtividade alcançada, o que requer maior dose de adubo nitrogenado do que a normalmente recomendada para as cultivares tradicionais. Produtividades acima de 5.500 kg/ha têm sido obtidas com doses de nitrogênio a partir de 90 kg/ha, sendo 1/3 aplicado na semeadura. Apesar do arroz sob aspersão responder a altas doses de nitrogênio, na decisão do quanto aplicar deve-se levar em conta a suscetibilidade da cultivar ao acamamento e à brusone.

Irrigação

Um aspecto importante a ser considerado na irrigação por aspersão é o intervalo entre as irrigações. A freqüência de irrigação pode ser estabelecida com base no consumo de uma determinada fração da água disponível do solo (AD). Neste caso, o arroz deve ser irrigado quando forem consumidos de 30% a 40% da AD na camada de 0-0,20 m. O intervalo entre irrigações pode ser melhor estabelecido com base em um valor crítico da tensão matricial da água do solo, pois este é o fator da água do solo que mais influencia o crescimento das plantas. Assim, aliando-se produtividade e economicidade, a irrigação do arroz por aspersão deve ser conduzida de maneira que a tensão da água do solo, medida a 0,15 m de profundidade, não atinja valores maiores que 25 kPa.

É difícil quantificar com exatidão o volume total de água necessário para irrigação quando se utiliza irrigação suplementar, uma vez que este volume depende da quantidade e distribuição das chuvas. A necessidade total de água para o cultivo do arroz de terras altas varia de 600 a 700 mm, podendo chegar a 800 mm, no caso da cultivar Maravilha. Considerando apenas a irrigação suplementar, as lâminas de água aplicadas podem variar de

mais de 500 mm, no Rio Grande do Sul, a valores inferiores a 200 mm por ciclo, nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, dependendo do regime de chuvas.

O requerimento de água do arroz irrigado por aspersão pode ser estimado a partir de tanques evaporimétricos, com base na relação existente entre a evaporação da água medida no tanque USWB Classe A (ECA) e a evapotranspiração da cultura (ETc). A relação é obtida utilizando-se coeficientes do tanque (Kp) e de cultura (Kc), de modo que: ETc = ECA x Kp x Kc.

Os valores de Kp, considerando o clima e o meio circundante ao tanque, podem ser obtidos na Tabela 1. Os valores de Kc, para o

Tabela 1. Valores do coeficiente de tanque (Kp).

(Fonte: Embrapa Arroz e Feijão, 1996)

(Fonte: Embrapa Arroz e Feijão, 1996)

(Fonte: Embrapa Arroz e Feijão, 1996)

<i>Velocidade do vento (m/s)</i>	<i>Posição do tanque R' (m)</i>	<i>Tanque circundado por grama Umidade relativa média</i>			<i>Tanque circundado por solo nu Umidade relativa média</i>		
		<i>Baixa < 40%</i>	<i>Média 40-70%</i>	<i>Alta > 70%</i>	<i>Baixa < 40%</i>	<i>Média 40-70%</i>	<i>Alta > 70%</i>
Fraca < 2	0	0,55	0,65	0,75	0,70	0,80	0,85
	10	0,65	0,75	0,85	0,60	0,70	0,80
	100	0,70	0,80	0,85	0,55	0,65	0,75
	1000	0,75	0,85	0,85	0,50	0,60	0,70
Moderada 2-5	0	0,50	0,60	0,65	0,65	0,75	0,80
	10	0,60	0,70	0,75	0,55	0,65	0,70
	100	0,65	0,75	0,80	0,50	0,60	0,65
	1000	0,70	0,80	0,80	0,45	0,55	0,60
Forte 5-8	0	0,45	0,50	0,60	0,60	0,65	0,70
	10	0,55	0,60	0,65	0,50	0,55	0,75
	100	0,60	0,65	0,75	0,45	0,50	0,60
	1000	0,65	0,70	0,75	0,40	0,45	0,55
Muito Forte > 8	0	0,40	0,45	0,50	0,50	0,60	0,65
	10	0,45	0,55	0,60	0,45	0,50	0,55
	100	0,50	0,60	0,65	0,40	0,45	0,50
	1000	0,55	0,60	0,65	0,35	0,40	0,45

¹Por R, entende-se a menor distância do centro do tanque ao limite da bordadura.

Nota: Para extensas áreas de solo nu, reduzir os valores de Kp de 20%, em condições de alta temperatura do ar e velocidade do vento forte, e de 10 a 5%, em condições de moderadas temperatura, velocidade do vento e umidade.

arroz semeado a 0,20 m entrelinhas, podem ser obtidos nas Tabelas 2 e 3, respectivamente para o arroz cultivado em solo preparado convencionalmente e sob plantio direto. Os valores de Kc da Tabela 2 foram obtidos com a cultivar Maravilha, que apresenta requerimento de água cerca de 25% maior que o das demais cultivares de terras altas, principalmente durante a fase reprodutiva. Assim, no caso de utilização de outras cultivares, ajustes devem ser feitos nos valores de Kc. Comparando-se os dados das Tabelas 2 e 3, verifica-se que o manejo do solo afeta os valores Kc, sendo maiores para o arroz cultivado em solo preparado convencionalmente do que para o arroz sob plantio direto.